

**ПСЕВДОЛИНЕЙНОЕ КОРРЕКТИРУЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО**

Неупокоева А.Е., Скороспешкин М.В.

Научный руководитель: Скороспешкин М.В., к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: [nastena-yurga@rambler.ru](mailto:nastena-yurga@rambler.ru)

В настоящее время ПИД регуляторы являются широко распространенными и применяются в системах автоматического регулирования (САР) для получения необходимого качества переходного процесса и точности. Данный регулятор хорошо справляется со своими функциями при статических параметрах объекта управления САР. Однако существуют объекты, параметры которых меняются с течением времени. Рассмотрим модель системы первого порядка, представленную на рисунке 1.

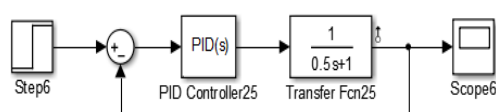
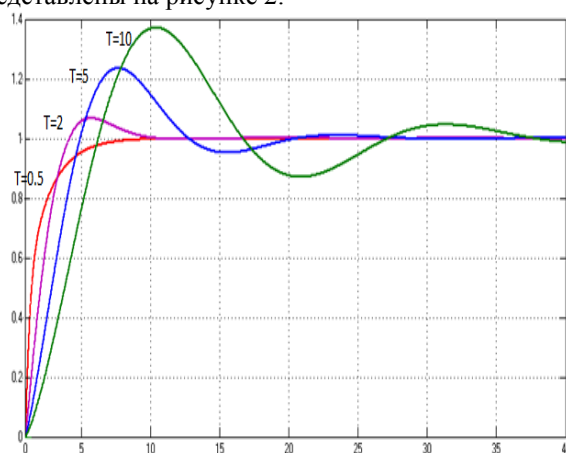


Рис. 1. Схема САР первого порядка

При постоянной времени объекта управления (ОУ)  $T=0.5$ , переходный процесс является апериодическим. Коэффициенты ПИД регулятора:  $K=1$ ;  $T_i=1$ ;  $T_d=0.01$ . Постоянная времени  $T$  изменяется в течение времени в диапазоне от 0.5 до 10. Графики переходных процессов представлены на рисунке 2.

Рис. 2. Переходные процессы системы первого порядка для различного параметра  $T$ 

Из рисунка 2 видно, что при изменении параметра  $T$  во времени и при неизменных параметрах ПИД регулятора невозможно получить оптимальный вид переходного процесса. Одним из решений данной проблемы является введение в систему псевдолинейного корректирующего устройства (КУ). Различают следующие типы данных устройств:

1. Корректирующее устройство с амплитудным подавлением (АП).
2. Корректирующее устройство с фазовым опережением (ФО).
3. Двухканальное корректирующее устройство с раздельными каналами для амплитуды и фазы.

Для того чтобы получить оптимальный вид переходного процесса необходимо в систему первого порядка ввести двухканальное корректирующее устройство после ПИД регулятора (Рис.3). Реализация двухканального корректирующего устройства в Matlab, и его настройки показаны на рисунке 4. На рисунке 5 представлены переходные процессы при различных значениях параметра  $T$  и введения в систему псевдолинейного двухканального корректирующего устройства. По виду данных переходных процессов видно, что качество процесса регулирования улучшилось, и метод введения псевдолинейного КУ решает проблему динамических параметров ОУ.

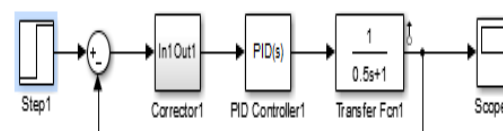


Рис. 3. Схема САР первого порядка с КУ

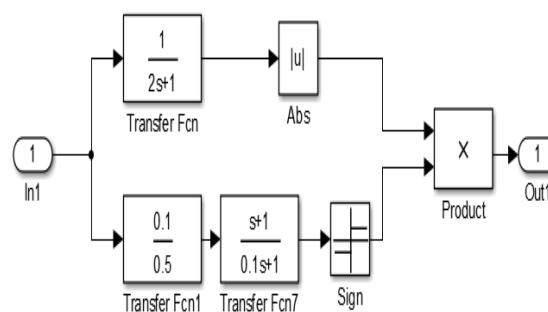


Рис. 4. Реализация КУ в пакете Simulink среды Matlab

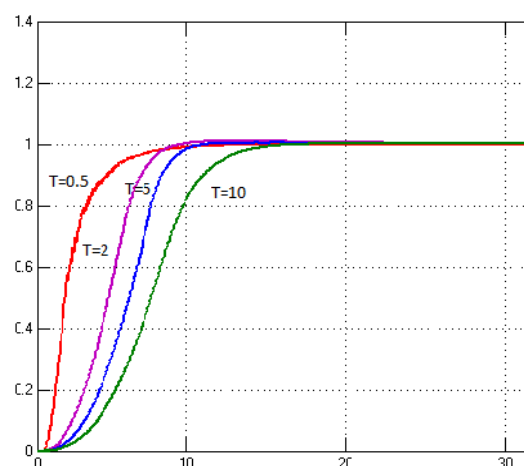


Рис. 5. Переходные характеристики системы первого порядка с КУ

В таблицах 1,2,3 представлены результаты исследования систем с динамическими параметрами ОУ первого, второго и третьего порядка соответственно. Объект управления имеет следующие передаточные функции  $\frac{1}{Ts^2+2s+1}$ ,  $\frac{1}{Ts^3+2s^2+s+1}$  для второго и третьего порядка. Диапазон изменения коэффициента Т представлен в таблицах 1,2,3. В каждой системе использованы три вида корректирующих устройств: с амплитудным подавлением, с фазовым опережением, с отдельными каналами для амплитуды и фазы.

Таблица 1. Результаты исследования системы первого порядка

ТОУ	0,5	2	5	10
$T_{\text{рег,с без КУ}}$	6	9	19,3	34,7
$\sigma, \% \text{ без КУ}$	0	8	22	38
$T_{\text{рег,с с АП}}$	7	11,4	35	46
$\sigma, \% \text{ с АП}$	0	0	2	4,8
$T_{\text{рег,с с ФО}}$	5	6,4	15	31,2
$\sigma, \% \text{ с ФО}$	0	0	2,6	4
$T_{\text{рег,с с ДКУ}}$	6	7,3	9,5	11,2
$\sigma, \% \text{ с ДКУ}$	0	0	0	0

Таблица 2. Результаты исследования системы второго порядка.

ТОУ	0,5	2	5	10
$T_{\text{рег,с без КУ}}$	15	20	28	-
$\sigma, \% \text{ без КУ}$	0	0	11	-
$T_{\text{рег,с с АП}}$	22	22	27,8	80
$\sigma, \% \text{ с АП}$	0	0	0	2,3
$T_{\text{рег,с с ФО}}$	30	30	42	68
$\sigma, \% \text{ с ФО}$	0	0	0	0
$T_{\text{рег,с с ДКУ}}$	12	15	23	67
$\sigma, \% \text{ с ДКУ}$	0	0	0	0

Таблица 3. Результаты исследования системы третьего порядка.

ТОУ	0,5	2	5	7
$T_{\text{рег,с без КУ}}$	14,8	18,3	-	-
$\sigma, \% \text{ без КУ}$	0	0	-	-
$T_{\text{рег,с с АП}}$	12,5	15	58	93
$\sigma, \% \text{ с АП}$	0	0	0	0
$T_{\text{рег,с с ФО}}$	13,2	15	21,3	30
$\sigma, \% \text{ с ФО}$	0	0	0	0
$T_{\text{рег,с с ДКУ}}$	21,7	23,4	23	65
$\sigma, \% \text{ с ДКУ}$	0	0	0	0

Данные таблиц подтверждают эффективность использования метода псевдолинейной коррекции. Данные корректирующие устройства целесообразно применять в системах с изменяющимися с течением времени параметрами. Более эффективными КУ является устройство с отдельными каналами фазы и амплитуды.

#### Список литературы:

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического регулирования, издание третье, исправленное. – М: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1975– 768 с.
2. Нелинейные корректирующие устройства в системах автоматического управления / под ред. Ю.И. Топчиева. – М.: Машиностроение, 1971. – 466 с.: ил.
3. Хлыпало Е.И. Расчет и проектирование нелинейных корректирующих устройств в автоматических системах. – Л.: Энергоиздат, 1982. – 272 с., ил.